

Kajian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* sebagai Agens Proteksi *Cucumber Mosaic Virus* dan *Chilli Veinal Mottle Virus* pada Cabai

Evaluation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria as a Protecting Agent Against Cucumber Mosaic Virus and Chilli Veinal Mottle Virus on Chillipepper

MUHAMMAD TAUFIK^{1*}, SRI HENDRASTUTI HIDAYAT^{1*}, GEDE SUASTIKA¹,
SIENTJE MANDANG SUMARAW¹, SRIANI SUJIPRIHAT²

¹Departemen Proteksi Tanaman, ²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta,
Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680

Diterima 16 Maret 2005/Disetujui 20 Juli 2005

This study was conducted to evaluate the effectiveness of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in protecting chillipepper plant from infection of cucumber mosaic virus (CMV) and chilli veinal mottle virus (ChiVMV). Seven isolates of PGPR, i.e. BC1, BTP2H, BTP3G, BTP3O BTP1, BTP2D, and T1F were applied as seed treatment and soil drench. Plants height, number of branch, and fruits weight were measured every one and ten weeks after virus inoculation. Virus concentration in plants and disease incidence were confirmed by enzyme-linked immunosorbant assay (ELISA). Results showed that inoculation with PGPR improved the seed germination. Eight days after sowing, the percentage of PGPR treated seed germination reached 50-84%; whereas those of untreated seed reached only 18%. In general, PGPR treatment significantly reduced ($p \leq 0.05$) the effect of virus infection on plant growth. Two PGPR isolates, i.e. BTP1 and BTP2H, maintained fruit weight of infected plants as good as those of healthy plants. Based on ELISA, PGPR was able to inhibit the disease incidence. The BTP3O and BTP2D isolates even protected the plant from ChiVMV infection. Concentration of salicylic acid and peroxidase were relatively higher on plants treated with PGPR than those without PGPR treatment. This gave an indication that PGPR may act as induction agents for systemic acquired resistance. Therefore, PGPR treatment is a promising strategy to control viral diseases on chillipepper.

PENDAHULUAN

Tanaman cabai merah (*Capsicum* spp.) merupakan salah satu komoditas andalan hortikultura di Indonesia. Menurut data Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura (DJTPH 2002) luas panen cabai merupakan luas panen terbesar di antara tanaman sayuran lainnya yaitu berturut-turut 174 dan 142 ribu ha untuk tahun 2000 dan 2001 (DJTPH 2002). Tanaman tersebut ditanam di seluruh provinsi di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yang cukup baik sehingga mendapat prioritas untuk dikembangkan (DJTPH 2002).

Produksi cabai di Indonesia masih sangat rendah apabila dibandingkan dengan potensi produksi yang dapat mencapai 10 ton/ha (Suwandi *et al.* 1989). Selain faktor agronomis rendahnya produksi cabai juga diakibatkan oleh adanya gangguan hama dan penyakit (Duriat 1996). Suryaningsih *et al.* (1996) mencatat beberapa penyakit penting pada tanaman cabai diantaranya adalah antraknosa, bercak daun *cercospora*,

bercak *phytophthora*, layu *fusarium*, layu bakteri, dan penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus. Hasil laporan penelitian menunjukkan bahwa virus utama yang menyerang tanaman cabai adalah *cucumber mosaic virus* (CMV) dan *chilli veinal mottle virus* (ChiVMV) (Sulyo *et al.* 1995). Infeksi CMV dapat menyebabkan kerugian hasil panen pada tujuh kultivar cabai dari 32 sampai 75% (Sulyo *et al.* 1984). Bahkan hasil penelitian Sari *et al.* (1997) menunjukkan bahwa CMV dapat menurunkan jumlah dan bobot buah tiap tanaman berturut-turut sebesar 81.4 dan 82.3%. Informasi mengenai kehilangan hasil akibat infeksi ChiVMV di Indonesia belum pernah dilaporkan.

Infeksi ChiVMV menunjukkan gejala bercak hijau, penebalan tulang daun, daun menjadi lebih kecil dan kadang diikuti dengan malformasi daun (Siriwong *et al.* 1995). Gejala tanaman cabai merah yang terinfeksi CMV sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kultivar cabai, strain virus, kondisi lingkungan, dan fase pertumbuhan. Kultivar cabai yang tahan hanya menunjukkan gejala mosaik yang sangat ringan atau tidak bergejala, sedangkan kultivar cabai rentan menunjukkan gejala mosaik yang berat sampai terjadinya malformasi daun (Chiemsoombat & Kittipakorn 1996).

*Alamat kini: Program Studi Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, Universitas Haluoleo, Kendari 93231

*Penulis untuk korespondensi, Tel. +62-251-629363, Fax. +62-251-629362, E-mail: shidayat@ipb.ac.id

Sampai saat ini masih banyak petani di Indonesia yang tetap mengandalkan pengendalian penyakit tumbuhan dengan pestisida kimia termasuk pengendalian penyakit yang disebabkan oleh CMV dan ChiVMV. Mereka masih sangat bergantung pada penggunaan insektisida untuk menekan populasi serangga vektornya, bahkan dengan frekuensi dan dosis penyemprotan yang melebihi anjuran. Tentunya tindakan ini dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, organisme bukan sasaran, terdapat residu pestisida dan tidak efektif untuk mengurangi populasi serangga vektor (Gallitelli 1998).

Untuk meminimalisasi penggunaan insektisida, maka diperlukan alternatif pengendalian. Alternatif pengendalian yang diusulkan adalah perlakuan benih cabai dengan *plant growth-promoting rhizobacteria* (PGPR). Perlakuan PGPR pada benih cabai dan saat pindah tanam ke lapang secara umum dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan hasil tanaman (Cook *et al.* 2002).

Penggunaan PGPR sebagai agens hayati untuk mengendalikan penyakit yang disebabkan oleh virus tumbuhan masih sangat sedikit. Beberapa penelitian menunjukkan potensi penggunaan PGPR untuk mengendalikan berbagai jenis penyakit seperti CMV (Ryu *et al.* 2004), *tomato mottle virus* (Murphy *et al.* 2000), dan *tobacco necrotic virus* (Maurhofer *et al.* 1994). Aplikasi PGPR diharapkan dapat menginduksi ketahanan sistemik tanaman (Raupach *et al.* 1996; Van Loon *et al.* 1998). Ketahanan sistemik terinduksi dicirikan oleh akumulasi asam salisilat (SA) dan *pathogenesis-related protein* (PR-protein), misalnya peroksidase (Agrios 1997). Chivasa *et al.* (1997) melaporkan bahwa perlakuan asam salisilat dapat menghambat replikasi genom *tobacco mosaic virus* (TMV) di dalam daun tembakau rentan yang diinokulasi, sehingga hasilnya terjadi penundaan gejala sistemik pada semua bagian tanaman.

Studi ini bertujuan mengetahui efektivitas beberapa isolat PGPR untuk menginduksi ketahanan sistemik tanaman cabai kultivar Tit Segitiga terhadap inokulasi CMV atau ChiVMV. Kultivar Tit Segitiga dipilih karena pada evaluasi ketahanan yang telah dilakukan sebelumnya, kultivar ini dikelompokkan ke dalam kultivar yang rentan terhadap CMV dan ChiVMV namun memiliki potensi produksi yang tinggi.

BAHAN DAN METODE

Koleksi dan Perbanyakan Isolat Virus dan PGPR. Sumber inokulum CMV (isolat Cipanas, Jawa Barat) dan ChiVMV (isolat Cikabayan, Jawa Barat) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan koleksi Laboratorium Virologi Tumbuhan Departemen Proteksi Tanaman, IPB. Sumber inokulum CMV diperbanyak pada *Nicotiana tabacum* (Samsun NN), dan ChiVMV diperbanyak pada cabai paprika. Isolat PGPR sebanyak tujuh isolat yaitu BC1, BTP2H, BTP3G, BTP3O BTP1, BTP2D, dan T1F diperoleh dari Laboratorium Bakteriologi, Departemen Proteksi Tanaman, IPB. Isolat PGPR tersebut terdiri atas satu isolat dari kelompok *Pseudomonas diminuta* (T1F) dan sisanya adalah kelompok *Bacillus* spp.

Penyediaan PGPR dan Perlakuan Benih. PGPR untuk perlakuan benih disiapkan dan diinkubasikan dalam media

Kings'B [Protease peptone 20 g, glycerol 10 g, kalium hidrogen fosfat (K_2HPO_4) 1.5 g, magnesium sulfat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) 1.5 g, agar-agar 15 g, dan aquades 1 liter] selama 24 jam pada suhu kamar. Koloni yang terbentuk selanjutnya disuspensikan dalam air steril. Untuk mendapatkan suspensi bakteri dengan kerapatan populasi mencapai 10^{10} CFU/ml dilakukan pengukuran nilai absorban menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang (λ) 660 nm. Nilai absorban sekitar 1.057 mempunyai kerapatan sel bakteri sekitar 10^{10} CFU. Sebanyak 35 benih cabai Tit Segitiga yang akan digunakan direndam di dalam 8 ml suspensi PGPR (kerapatan sekitar 10^{10} CFU/ml) selama kurang lebih 2 menit. Untuk kontrol digunakan air steril sebagai pengganti suspensi PGPR.

Penyemaian Benih. Benih cabai yang telah diberi perlakuan PGPR, selanjutnya ditanam pada baki plastik yang telah diisi dengan media tanam steril (tanah + pupuk kandang + arang sekam dengan perbandingan 2:1:1). Sebelum benih ditutupi dengan selapis media semai terlebih dahulu benih tersebut ditetesi dengan suspensi PGPR (10^{10} CFU) sebanyak 50 μ l. Pemeliharaan tanaman dilakukan di rumah kaca kedap serangga. Bibit cabai yang telah berumur 2 minggu setelah semai segera dipindahkan ke *polibag* ukuran 30 x 30 cm.

Metode Inokulasi Virus Secara Mekanik. Daun tanaman sumber inokulum CMV dan ChiVMV masing-masing digerus dalam mortar steril. Larutan penyangga fosfat 0.01 M (pH 7) ditambahkan dengan perbandingan 1 g daun terinfeksi virus tiap 5 ml larutan penyangga fosfat (1:5 b/v). Sap ini segera diinokulasikan ke tanaman uji. Setiap tanaman diinokulasi pada dua helai daun termuda yang telah membuka penuh (30 hari setelah semai). Sebelum diinokulasi serbuk karborundum ditaburkan pada bagian permukaan atas daun, kemudian sap dioleskan dengan kapas steril pada permukaan daun. Segera setelah pengolesan sap, pembilasan dilakukan terhadap sisa-sisa sap yang masih melekat pada permukaan daun tanaman uji menggunakan air mengalir.

Rancangan Percobaan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan empat macam perlakuan, yaitu (i) tanaman cabai yang berasal dari benih tanpa diberi perlakuan PGPR dan tanpa diinokulasi dengan CMV atau ChiVMV, (ii) tanaman cabai yang berasal dari benih yang diberi perlakuan PGPR dan tanpa diinokulasi dengan CMV atau ChiVMV, (iii) tanaman cabai yang berasal dari benih yang diberi perlakuan PGPR dan diinokulasi dengan CMV, (iv) tanaman cabai yang berasal dari benih yang diberi perlakuan PGPR dan diinokulasi ChiVMV, masing-masing diulang sebanyak lima kali (setiap ulangan terdiri atas satu tanaman). Tiga karakter pertumbuhan yang dievaluasi adalah tinggi tanaman [dimulai pada satu sampai empat minggu setelah inokulasi (MSI)], jumlah cabang (dimulai pada lima sampai delapan MSI), dan penghitungan bobot buah (dilakukan saat panen yang berlangsung selama kurang lebih 2 minggu), sehingga secara keseluruhan pengamatan dilakukan selama 10 MSI. Selain itu juga diamati kejadian penyakit berdasarkan *enzyme-linked immunosorbent assay* (DAS-ELISA) sesuai petunjuk dari Agdia (Elkhart, Indiana). Analisis ragam dilakukan dengan uji F dan jika di antara perlakuan terdapat perbedaan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada $\alpha = 0.05$ dengan bantuan SAS 6.12 (SAS Institute 1990).

Analisis Asam Salisilat dan Peroksidase. Aktivitas asam salisilat dan peroksidase adalah variabel pendukung yang mungkin berkaitan dengan ketahanan tanaman terhadap virus (Goodman *et al.* 1986). Analisis asam salisilat dan peroksidase dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Cimanggu Bogor. Analisis HPLC untuk mengukur asam salisilat dan aktivitas enzim peroksidase mengikuti prosedur *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC Methods 1995). Analisis HPLC dan peroksidase dilakukan sepuluh hari setelah inokulasi. Daun tanaman cabai yang diuji dikelompokkan menjadi lima kelompok, yaitu (i) tanpa PGPR maupun inokulasi (K0), (ii) tanpa PGPR tetapi diinokulasi CMV (K1), (iii) diberi PGPR dan tanpa inokulasi CMV atau ChiVMV (K2), (iv) perlakuan PGPR dan diinokulasi CMV (K2 + CMV), (v) perlakuan PGPR dan diinokulasi ChiVMV (K2 + ChiVMV).

HASIL

Karakteristik Pertumbuhan Tanaman. Pada delapan hari setelah semai persentase perkecambah benih cabai yang diberi perlakuan PGPR berkisar antara 50-84%, sedangkan keberhasilan berkecambah benih yang tidak direndam dalam suspensi PGPR (K1) mencapai 18% (Tabel 1).

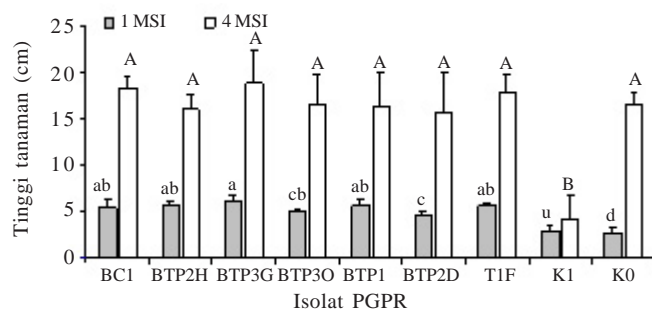
Infeksi CMV atau ChiVMV secara tunggal pada tanaman cabai menyebabkan penghambatan terhadap pertambahan

tinggi tanaman cabai kultivar Tit Segitiga. Berdasarkan pengamatan pada benih Tit Segitiga yang tidak diberi perlakuan PGPR yang diikuti dengan inokulasi CMV atau ChiVMV (K1) diketahui bahwa penghambatan tinggi sudah terjadi pada 1 MSI dan 4 MSI (Gambar 1 & 2). Perlakuan PGPR terbukti dapat mengurangi penghambatan tinggi tanaman akibat infeksi CMV dan ChiVMV. Tinggi semua tanaman cabai yang berasal dari benih yang diberi perlakuan PGPR (BC1, BTP2H, BTP3G, BTP3O BTP1, BTP2D, dan T1F) lebih baik dibandingkan dengan tanaman cabai tanpa perlakuan PGPR (K1 dan K0). Perlakuan isolat PGPR yang berbeda memberikan pengaruh yang beragam pada tanaman cabai yang terinfeksi CMV atau ChiVMV. Penghambatan tinggi tanaman cabai pada satu minggu setelah inokulasi (1 MSI) CMV tidak berbeda nyata ($p \leq 0.05$) pada tanaman cabai yang diberi perlakuan PGPR isolat BPT1, BPT2H, BC1, dan T1F, tetapi berbeda nyata ($p \leq 0.05$) pada tanaman cabai dengan perlakuan PGPR isolat BTP2D. Pengaruh isolat-isolat PGPR untuk mengurangi penghambatan tinggi tanaman cabai karena infeksi CMV tidak berbeda nyata pada 4 MSI. Pada saat 1 MSI dengan ChiVMV isolat-isolat BTP1 dan T1F memberi pengaruh yang sama ($p \leq 0.05$) terhadap penghambatan tinggi tanaman cabai tetapi berbeda ($p \leq 0.05$) dengan BTP3O. Secara umum dapat dilaporkan bahwa pada 4 MSI pengaruh isolat PGPR terhadap penghambatan tinggi tanaman cabai karena infeksi ChiVMV tidak berbeda nyata dengan K0 tetapi berbeda sangat nyata ($p \leq 0.05$) dengan K1.

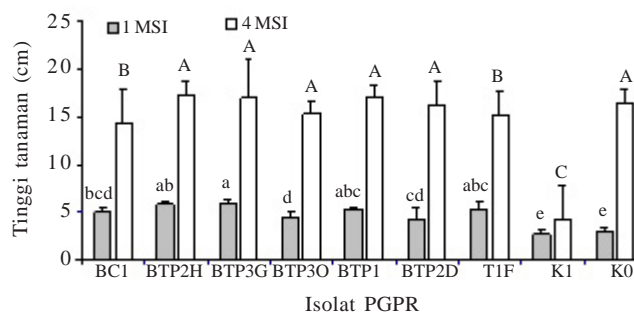
Tabel 1. Persentase benih cabai kultivar Tit Segitiga yang berkecambah setelah perlakuan PGPR

Kode isolat	Jenis isolat	Persentase benih yang berkecambah*		
		5 HSS	8 HSS	14 HSS
BC1	<i>Bacillus</i> sp.	0/24 (0)	12/24 (50)	24/24 (100)
BTP2H	<i>B. subtilis</i>	5/25 (20)	18/25 (72)	25/25 (100)
BTP3G	<i>B. stearotheopillus</i>	3/24 (12)	18/24 (75)	24/24 (100)
BTP3O	<i>B. firmus</i>	7/24 (29)	18/24 (75)	23/24 (95)
BTP1	<i>B. cereus</i>	2/25 (8)	17/25 (68)	25/25 (100)
BPT2D	<i>B. circulans</i>	0/19 (0)	12/19 (63)	17/19 (89)
T1F	<i>Pseudomosa diminuta</i>	8/24 (33)	21/24 (84)	24/24 (100)
Tanpa PGPR (kontrol = K0)	Akuades	0/50 (0)	9/50 (18)	35/50 (70)

*Persentase benih yang berkecambah = jumlah benih berkecambah/jumlah benih yang disebar x 100%, HSS = hari setelah semai



Gambar 1. Rata-rata tinggi tanaman cabai Tit Segitiga (N=5) pada 1 minggu setelah inokulasi (MSI) dan 4 MSI yang diberi perlakuan PGPR dan inokulasi CMV. K1: tanpa PGPR tetapi diinokulasi dengan CMV, K0: kontrol (tanpa PGPR dan tanpa inokulasi CMV). Perbedaan huruf menunjukkan beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf nyata 5%.

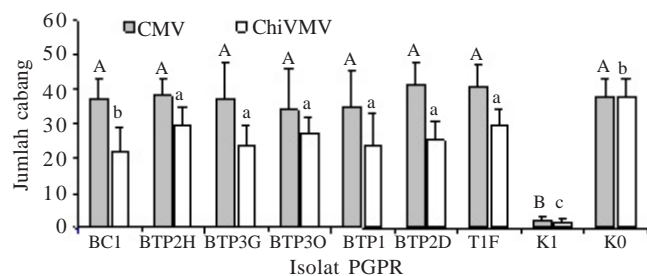


Gambar 2. Rata-rata tinggi tanaman cabai Tit Segitiga (N=5) pada 1 minggu setelah inokulasi (MSI) dan 4 MSI yang diberi perlakuan PGPR dan inokulasi ChiVMV. K1: tanpa PGPR tetapi diinokulasi dengan ChiVMV, K0: kontrol (tanpa PGPR dan tanpa inokulasi ChiVMV). Perbedaan huruf menunjukkan beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf nyata 5%.

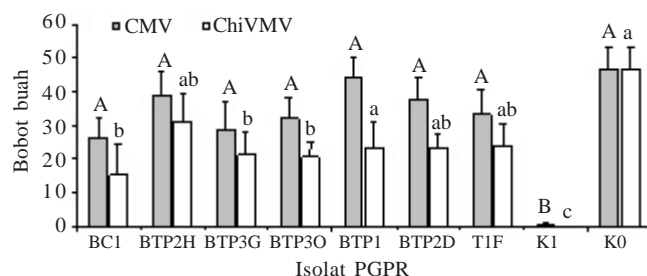
Hasil analisis menggunakan DMRT ($p \leq 0.05$) menunjukkan bahwa infeksi CMV atau ChiVMV secara tunggal pada tanaman cabai Tit Segitiga menyebabkan penghambatan terhadap pertumbuhan dan perkembangan cabang tanaman cabai. Walaupun demikian isolat PGPR yang berbeda tidak memberikan pengaruh berbeda terhadap penghambatan jumlah cabang kecuali isolat BC1 pada tanaman cabai yang diinokulasi ChiVMV (Gambar 3). Perlakuan PGPR juga dapat meningkatkan kemampuan tanaman cabai yang terinfeksi untuk mempertahankan bobot buah sehingga setara dengan tanaman sehat (Gambar 4).

Akumulasi Virus dan Kejadian Penyakit. Secara umum diketahui bahwa konsentrasi ChiVMV relatif lebih tinggi dibandingkan dengan CMV pada tanaman cabai Tit Segitiga yang diinokulasi, sedangkan konsentrasi virus pada tanaman cabai Tit Segitiga yang diberi perlakuan PGPR bervariasi tetapi sangat berbeda dengan (K1) khususnya yang diinokulasi dengan ChiVMV. Konsentrasi CMV yang tertinggi terdeteksi pada tanaman cabai Tit Segitiga yang diinokulasi CMV setelah diberi perlakuan PGPR (isolat BTP2H), sedangkan konsentrasi ChiVMV yang tertinggi terdeteksi pada benih cabai Tit Segitiga yang diinokulasi ChiVMV setelah diberi perlakuan PGPR (isolat BTP2D) (Tabel 2).

Tanaman cabai Tit Segitiga yang tidak diberi perlakuan PGPR sebelum diinokulasi ChiVMV (K1) menunjukkan gejala



Gambar 3. Pengaruh infeksi CMV dan ChiVMV terhadap jumlah cabang tanaman cabai Tit Segitiga (N=5) yang telah diberi perlakuan PGPR. K1: tanpa PGPR tetapi diinokulasi dengan CMV atau ChiVMV. K0: kontrol (tanpa PGPR dan tanpa inokulasi CMV atau ChiVMV). Perbedaan huruf menunjukkan beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf nyata 5%. Data ditransformasi dengan $(\sqrt{x} + 0.5)$.



Gambar 4. Pengaruh infeksi CMV dan ChiVMV terhadap bobot buah cabai Tit Segitiga (N=5) yang telah diberi perlakuan PGPR. K1: tanpa PGPR tetapi diinokulasi dengan CMV atau ChiVMV. K0: kontrol (tanpa PGPR dan tanpa inokulasi CMV atau ChiVMV). Perbedaan huruf menunjukkan beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf nyata 5%. Data ditransformasi dengan $(\sqrt{x} + 0.5)$.

kerdil, daun belang, dan malformasi daun. Tingginya akumulasi ChiVMV dan beratnya gejala mengakibatkan tanaman tersebut tidak dapat berbuah.

Nilai absorbansi ELISA pada tanaman cabai Tit Segitiga yang diinokulasi CMV atau ChiVMV setelah diberi perlakuan PGPR, terutama dengan isolat BTP3G dan BTP2H, menunjukkan tingginya konsentrasi virus tersebut di dalam tanaman cabai. Walaupun demikian respon pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah cabang tanaman dan bobot buah tanaman cabai tersebut jauh lebih baik dibandingkan dengan tanaman cabai yang berasal dari benih tanpa perlakuan PGPR. Hal tersebut membuktikan bahwa tanaman yang telah diberi perlakuan PGPR mampu meningkatkan ketahanan tanaman cabai, sehingga pertumbuhan generatif tanaman tidak terlalu terganggu.

Analisis Asam Salisilat dan Aktivitas Enzim Peroksidase. Perlakuan inokulasi virus (K1) atau perlakuan PGPR (K2) menyebabkan peningkatan konsentrasi asam salisilat dan peroksidase pada tanaman cabai bila dibandingkan dengan tanaman cabai tanpa PGPR dan tanpa inokulasi virus (K0) (Tabel 3). Demikian pula tanaman cabai yang diinokulasi dengan CMV atau ChiVMV setelah diberi perlakuan PGPR (K2 + CMV atau K2 + ChiVMV) mengalami peningkatan konsentrasi asam salisilat dan peroksidase bila dibandingkan dengan tanaman cabai yang diberi perlakuan PGPR tetapi tidak diinokulasi virus. Kedua sampel tanaman cabai tersebut (K2 + CMV atau K2 + ChiVMV) lebih rendah kandungan asam salisilat dan peroksidasinya bila dibandingkan sampel tanaman cabai K1.

Tabel 2. Rata-rata nilai absorbansi ELISA dan kejadian penyakit pada tanaman cabai kultivar Tit Segitiga

Perlakuan Isolat PGPR	CMV		ChiVMV	
	NAE	KP (%)	NAE	KP (%)
BC1	0.230	1/5 (20)	0.617	1/5 (20)
BTP2H	1.226	3/5 (60)	0.594	1/5 (20)
BTP3G	0.991	5/5 (100)	0.992	3/5 (60)
BTP3O	0.117	0/5 (0)	0.289	1/5 (20)
BTP1	0.324	2/5 (40)	0.595	1/5 (20)
BTP2D	0.122	0/5 (0)	1.053	3/5 (60)
T1F	0.235	1/5 (20)	0.148	0/5 (0)
Tanpa PGPR	0.239	5/5 (100)	2.472	5/5 (100)

NAE: Nilai absorbansi ELISA, KP: Kejadian penyakit (Σ Tanaman terinfeksi / Σ Tanaman diamati $\times 100\%$)

Tabel 3. Konsentrasi asam salisilat dengan analisis HPLC dan aktivitas enzim peroksidase

Sampel	Asam salisilat (ppm)	Peroksidase (mg/g/jam)
K0	0.01	0
K1	18.40	2.46
K2	8.79	1.10
K2 + CMV	11.42	2.09
K2 + ChiVMV	11.96	2.01

K0: Kontrol sehat (tidak ada PGPR dan inokulasi virus), K2: Perlakuan PGPR dan tidak diinokulasi virus, K2 + CMV: Perlakuan PGPR dan inokulasi dengan CMV, K2 + ChiVMV: Perlakuan PGPR dan inokulasi dengan ChiVMV, K1: Tanpa perlakuan PGPR tapi inokulasi dengan CMV

PEMBAHASAN

Perkecambahan benih cabai yang direndam dalam larutan PGPR sebelum ditanam terbukti lebih tinggi dibandingkan benih cabai tanpa perlakuan PGPR. Pengamatan visual juga menunjukkan bahwa bibit cabai yang berasal dari benih yang diberi perlakuan PGPR tersebut lebih tegar dibandingkan dengan bibit yang berasal dari benih cabai tanpa perlakuan PGPR. Isolat T1F (*P. diminuta*) adalah isolat yang paling baik untuk mempercepat perkecambahan benih cabai dibandingkan isolat lain yang berasal dari *Bacillus* spp. sampai pada delapan HSS.

Secara umum dapat dilaporkan bahwa perbedaan yang nyata antara benih cabai Tit Segitiga yang diberi perlakuan PGPR dengan benih cabai Tit Segitiga yang tidak diberi perlakuan PGPR menunjukkan bahwa aplikasi PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Murphy *et al.* (2000) yang menunjukkan bahwa perlakuan tanaman tomat dengan *Rhizobacteria* menghasilkan pertumbuhan yang lebih cepat dan lebih besar. Sebagian besar isolat PGPR yang digunakan dapat mempertahankan potensi bobot buah tanaman cabai Tit Segitiga (Gambar 4). Meskipun terinfeksi oleh CMV dan ChiVMV, tanaman cabai Tit Segitiga dapat menghasilkan bobot buah setara dengan tanaman sehat. Zehnder *et al.* (2001) melaporkan bahwa aplikasi PGPR bahkan dapat meningkatkan produksi tomat walaupun tanaman tersebut terinfeksi oleh CMV dan *tomato mottle virus* (ToMoV).

Peningkatan pertumbuhan tanaman cabai Tit Segitiga yang terinfeksi CMV atau ChiVMV dengan perlakuan PGPR mampu menginduksi ketahanan tanaman. Dengan demikian tanaman cabai Tit Segitiga mampu mereduksi atau menekan kejadian penyakit dan munculnya gejala. Isolat PGPR yang mampu menekan kejadian penyakit sampai 0% adalah isolat BTP3O dan BTP2D untuk infeksi CMV dan T1F untuk infeksi ChiVMV (Tabel 2). Data tersebut memperlihatkan bahwa isolat PGPR yang digunakan mungkin dapat mencegah infeksi virus pada waktu dilakukan inokulasi virus secara mekanis, menghambat pergerakan virus dari sel yang telah berhasil diinfeksi ke bagian sel lainnya, atau menghalangi pergerakan virus secara sistemik ke seluruh bagian tanaman cabai Tit Segitiga, sehingga ketika dilakukan uji ELISA pada daun paling muda dari tanaman cabai Tit Segitiga, keberadaan CMV atau ChiVMV pada sampel daun cabai tersebut tidak dapat dibuktikan. Dengan demikian perlakuan PGPR adalah alternatif yang cukup baik untuk digunakan dalam perlindungan tanaman karena PGPR dapat diaplikasikan ke biji atau dicampurkan ke dalam tanah untuk pembibitan atau saat pindah tanam. Infeksi CMV pada tanaman cabai Tit Segitiga yang diberi perlakuan PGPR isolat BTP3G dan BTP2H menyebabkan kejadian penyakit berturut-turut 100 dan 60%. Gejala (infeksi virus) yang tampak pada tanaman cabai tersebut tidak berkorelasi dengan penghambatan tinggi tanaman, jumlah cabang, dan bobot buah (Gambar 1, 2 & 3). Studi ini telah membuktikan bahwa PGPR dapat menjadi alternatif pengendalian selain pestisida kimia yang mampu melindungi tanaman secara sistemik terhadap infeksi virus. Van Loon *et al.* (1998) menyimpulkan bahwa keuntungan utama penggunaan PGPR

adalah induksi ketahanan sistemik dapat dilakukan dalam satu kali aplikasi, mekanisme ketahanan alami akan bekerja untuk periode yang lama meskipun populasi bakteri penginduksi semakin lama semakin menurun.

Hasil analisis asam salisilat dan peroksidase yang dilakukan pada penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi asam salisilat cenderung lebih tinggi pada tanaman yang diberi perlakuan PGPR (Tabel 3). Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Spletzer dan Enyedi (1999) bahwa tanaman tomat yang diberi agen penginduksi menunjukkan peningkatan asam salisilat dibandingkan dengan tanaman tanpa agen penginduksi. Asam salisilat diketahui merupakan salah satu sinyal transduksi untuk mengaktifasi gen-gen pertahanan tanaman melalui mekanisme ketahanan sistemik terinduksi. Mekanisme ketahanan ini efektif melawan berbagai macam patogen seperti bakteri, cendawan, dan virus (Ryals *et al.* 1996). Jetiyanon *et al.* (1997) melaporkan peningkatan aktivitas peroksidase 1.5 kali dan 1.5-2 kali pada tujuh hari setelah induksi dan 12-72 jam setelah inokulasi pada tanaman ketimun (*Cucumis sativus* L.) yang diinokulasi dengan *Colletotrichum orbiculare*. Hal tersebut sesuai dengan laporan Agrios (1997) yang menunjukkan bahwa tanaman yang mengalami cekaman faktor abiotik dan biotik menampakkan respon peningkatan aktivitas peroksidase. Kondisi tanaman yang telah diberi perlakuan PGPR diduga memiliki sistem metabolisme yang lebih baik sehingga adanya inokulasi CMV atau ChiVMV tidak menyebabkan tanaman berada dalam keadaan stres atau tercekam. Sebaliknya, tanaman yang tidak diberi perlakuan PGPR menjadi sangat tercekam pada saat diinokulasi virus sehingga tanaman meresponnya secara cepat dengan memobilisasi metabolit sekunder seperti asam salisilat untuk melawan infeksi virus. Oleh karena itu, perlakuan PGPR sangat menjanjikan untuk diaplikasikan sebagai strategi alternatif untuk mengendalikan serangan virus pada tanaman cabai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Widodo, Yoyo Sulyo, dan Ujang Khairul yang telah menyediakan isolat *Rhizobacteria* dan isolat CMV yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian kerjasama antara Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dengan Asian Vegetable Research Development Center (AVRDC), Taiwan. Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dananya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios GN. 1997. *Plant Pathology*. Ed ke-4. San Diego: Academic Pr. [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Salicylic Acid*. Washington: Benjamin Franklin Station.
- Chiemsoombat P, Kittipakorn K. 1996. Determination of isolates of CMV dan CVMV and screening of pepper cultivars for virus resistance. Di dalam: *Proceeding of the AVNET-II Final Workshop* AVRDC, ADB and PCARRD. Laguna Filipina, 21-25 Feb 1995. hlm 413-419.
- Chivasa S, Murphy AM, Naylor M, Carr JP. 1997. Salicylic acid interferes with tobacco mosaic virus replication via a novel salicylhydroxamic acid-sensitive mechanism. *Plant Cell* 9:547-557.

- Cook RJ, Weller DM, Youssef EA, Vakoch D, Zhang H. 2002. Yield responses of direct-seeded wheat to rhizobacteria and fungicide seed treatment. *Plant Diseases* 86:780-784.
- [DJPTPH] Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 2002. *Luas Panen, Produktivitas dan Produk Tanaman Sayuran, Buah-Buahan dan Aneka Tanaman di Indonesia Tahun 2001 Angka Tetap*. Jakarta: Direktorat Bina Program Tanaman Pangan dan Hortikultura Departemen Pertanian.
- Duriat AS. 1996. Cabai merah: Komoditas prospektif dan andalan. Di dalam: Duriat AS, Widjaja WH, Soetiarso TA, Prabaningrum L (ed). *Teknologi Produksi Cabai Merah*. Lembang, Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm 1-3.
- Gallitelli D. 1998. Present status of controlling cucumber mosaic virus. Di dalam: Hadidi A, Khetarpal RK, Koganezawa H (ed). *Plant Virus Disease Control*. Minnessota: APS Pr. hlm 507-523.
- Goodman RN, Kiraly Z, Wood KR. 1986. *The Biochemistry and Physiology of Plant Diseases*. Columbia: Univ of Missouri Pr.
- Jetiyanon K, Tuzun S, Kloepper JW. 1997. Lignification, peroxidase and superoxide dismutase as early plant defense reaction associated with PGPR-mediated induced systemic resistance. Di dalam: Ogoshi A, Kobayashi K, Homma Y, Kodama F, Kondo N, Akino A (ed). *Plant Growth - Promoting Rhizobacteria*. Present Status and Future Prospect. Proceedings of the fourth International Workshop on *Plant Growth Promoting Rhizobacteria*. Japan - OECD Joint Workshop. Sapporo, 5-10 Okt 1997. hlm 265-268.
- Maurhofer M, Hase C, Meuwly P, Metraux JP, Defago G. 1994. Induction of systemic resistance of tobacco to tobacco necrosis virus by the root-colonizing *Pseudomonas fluorescens* strain CHAO: Infuence of the *gac* a gene and pyoverdine production. *Phytopathology* 84:139-146.
- Murphy JF *et al.* 2000. Plant growth-promoting rhizobacterial mediated protection in tomato against tomato mottle virus. *Plant Diseases* 84:779-784.
- Raupach GS, Liu L, Murphy JF, Tuzun S, Kloepper JW. 1996. Induced systemic resistance in cucumber mosaic cucumovirus using plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Plant Diseases* 80:891-894.
- Ryals J *et al.* 1996. Systemic acquired resistance. *Plant Cell* 8:1809-1819.
- Ryu CM, Murphy JF, Mysore KS, Kloepper JW. 2004. Plant growth-promoting rhizobacteria systemically protect *Arabidopsis thaliana* against cucumber mosaic virus by a salicylic acid and NPR1-independent and jasmonic acid-dependent signaling pathway. *Plant J* 31:1-12.
- Sari CIN, Suseno R, Sudarsono, Sinaga M. 1997. Reaksi sepuluh galur cabai terhadap infeksi isolat CMV dan PVY asal Indonesia. Di dalam: *Prosiding Kongres Nasional XIV dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*; Palembang, 27-29 Okt 1997. hlm 116-119.
- [SAS Institute]. 1990. SAS User's Guide version 6. Ed ke-4. Vol 2. Cary: SAS Institute.
- Siriwong P, Kittipakorn K, Ikegami M. 1995. Characterization of chilli vein-banding mottle virus isolated from pepper in Thailand. *Plant Pathol* 44:718-727.
- Spletzer ME, Enyedi AJ. 1999. Salicylic acid induces resistance to *Alternaria solani* in hydroponical grown tomato. *Phytopathology* 89:722-727.
- Sulyo Y, Duriat AS, Gunaeni N, Korlina E. 1995. Determination of CMV and CVMV strains in Indonesia. Di dalam: *Proceeding of the AVNET II Midterm Workshop*; Laguna, Filipina, 21-25 Feb 1995. hlm 132-137.
- Sulyo Y, Hartono D, Sujatno D. 1984. Yield Loses of Some Pepper Cultivars Due to CMV Infection in Greenhouse. Lembang: Balai Penelitian Hortikultura.
- Suryaningsih, Sutarya R, Duriat AS. 1996. Penyakit tanaman cabai merah dan pengendaliannya. Di dalam: Duriat AS, Widjaja WH, Soetiarso TA, Prabaningrum L (ed). *Teknologi Produksi Cabai Merah*. Lembang, Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hlm 64-84.
- Suwandi N, Nurtika, Sahat S. 1989. *Bercocok Tanam Sayuran Dataran Rendah*. Lembang: Balai Penelitian Hortikultura Lembang dan Proyek ATA 395.
- van Loon LC, Bakker PAHM, Pieterse MJ. 1998. Systemic resistance induced by rhizobacteria. *Ann Rev Phytopathol* 36:453-483.
- Zehnder GW, Murphy JF, Sikora EJ, Kloepper JW. 2001. Application of rhizobacteria for induced resistance. *Eur J Plant Pathol* 107:39-50.